

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Эконометрика

Наименование кафедры (ПЦК, отделения и др.):	Экономико-математических методов и информационных технологий
	(<u>ЭММиИТ</u>) аббревиатура

Направление подготовки Направление - магистратура 38.04.01 (программа академической магистратуры «Экономическая безопасность организации»)

Ф.И.О.	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Эткин А.Е.	ЭММиИТ	к.ф.-м.н., доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью изучения дисциплины «Эконометрика» является: формирование у студентов научных представлений о методах, моделях и приемах, позволяющих получать количественные выражения закономерностей экономической теории на базе экономической статистики с использованием математико-статистического инструментария; получение студентами знаний о различных классах эконометрических моделей, методах оценки их параметров, верификации и интерпретации полученных результатов; приобретение студентами умений и навыков в области практического построения эконометрических моделей с использованием современных компьютерных программ; формирование у студентов концептуальных представлений об основных принципах математического моделирования.

Предметом изучения дисциплины являются эконометрические модели, методы их построения и анализа.

Задачи дисциплины:

- Ознакомление с основными классами эконометрических моделей.
- Приобретение знаний об основных этапах эконометрического моделирования.
- Знакомство с программами, используемыми для оценки и построения эконометрических моделей.
- Получение студентами практических навыков работы со статистическими данными и построения эконометрических моделей;
- Изучение процесса эконометрического моделирования, включающего спецификацию модели, оценку неизвестных параметров, проверку основных предположений модели, верификацию модели.

В результате изучения курса студенты должны уметь практически осуществлять эконометрическое моделирование, знать основные гипотезы, лежащие в основе построенной модели, и уметь их проверять; осуществлять прогнозирование на основе разработанной модели и уметь использовать модель для принятия оптимальных решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Программа дисциплины «Эконометрика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО к структуре и результатам освоения основных образовательных программ магистратуры по профессиональному циклу по направлению подготовки «Экономика», а также задачами, стоящими перед Ульяновским государственным университетом по реализации Программы развития УлГУ. Дисциплина «Эконометрика» относится к базовому циклу (Б1Б) дисциплин учебного плана.

Дисциплина принадлежит базовой части профессионального цикла дисциплин ФГОС ВО по направлению «Экономика». Дисциплина изучается студентами первого курса магистратуры во втором семестре.

Изучение курса «Эконометрика» базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в процессе изучения дисциплин бакалавриата или специалитета: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Статистика», «Эконометрика» и дисциплин магистратуры: «Микроэкономика» (ОК 1; ПК-8), «Макроэкономика» (ОК 1; ПК-8).

Знания, навыки и умения, приобретенные в результате прохождения курса, будут востребованы при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с анализом

статистических данных, прогнозированием и разработкой эконометрических моделей.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины «Эконометрика» направлено на формирование следующих компетенций:

- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- способностью оценивать эффективность проектов с учетом фактора неопределенности (ПК-6);
- способностью анализировать и использовать различные источники информации для проведения экономических расчетов (ПК-9);
- способностью разрабатывать варианты управленческих решений и обосновывать их выбор на основе критериев социально-экономической эффективности (ПК-12).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Иметь представление:

- об области применения эконометрических моделей и их роли в экономической теории;
- об основных проблемах практического применения эконометрических моделей.

Знать:

- основные классы эконометрических моделей;
- основные этапы эконометрического моделирования;
- приемы и методы проверки адекватности моделей;
- критерии качества оценки регрессионных моделей;
- статистические критерии проверки гипотез о моделях регрессии;
- основные признаки мультиколлинеарности в регрессионных моделях;
- основные методы анализа временных рядов;
- проблемы идентификации систем одновременных уравнений и методы их решения.

Уметь:

- применять метод наименьших квадратов для оценки регрессионных моделей;
- проверять статистические гипотезы о моделях регрессии;
- устранять мультиколлинеарность в моделях регрессии;
- тестировать модели на гетероскедастичность и автокорреляцию и устранять их в случае обнаружения;
- строить математические модели экономических процессов для прогнозирования;
- применять метод инструментальных переменных для оценивания регрессионных моделей.

Владеть:

- навыками применения современного программного обеспечения для построения эконометрических моделей.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет: *4 зачетных единицы, 144 часа.*

Форма промежуточной аттестации: *экзамен.* Семестр: *II.*

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

4.1.1. Объем и виды учебной работы (в часах) по дисциплине в целом

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)	
	Всего по плану, год	в т.ч. по семестрам (2-й семестр)
<i>Общая трудоемкость базового модуля дисциплины</i>	<i>144</i>	<i>144</i>
<i>Аудиторные занятия (всего)</i>	<i>48</i>	<i>48</i>
<i>В том числе:</i>		
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Лабораторные работы</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Самостоятельная работа</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
<i>В том числе:</i>		
<i>Творческая работа (эссе)</i>	–	–
<i>Подготовка опорного конспекта по разделу</i>	–	–
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы</i>	–	–
<i>Вид промежуточного контроля</i>	<i>Тестирование</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Вид итогового контроля</i>	<i>Экзамен</i>	<i>Экзамен</i>

3.1.2. Разделы базового обязательного модуля дисциплины и трудоемкость по видам занятий (в часах)

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия	лабораторная работа	в т. ч. интерактивные формы	
1. Предмет и основные задачи эконометрики.	3	1				2
2. Модель парной регрессии	16	2	2	2	2	10
3. Модель множественной регрессии.	17	3	2	2	4	10
4. Некоторые аспекты практического использования регрессионных моделей.	20	2	4	4	4	10
5. Различные обобщения классической линейной модели множественной регрессии.	20	2	4	4	4	10
6. Системы одновременных уравнений.	14	2	2	2	2	8
7. Временные ряды.	18	4	2	2	4	10
Итого	144	16	16	16	20	60

5. Содержание дисциплины

Содержание разделов базового обязательного модуля дисциплины

Тема 1. Предмет и основные задачи эконометрики.

Эконометрика как наука. Основные задачи эконометрики. Основные классы эконометрических моделей. Типы данных и переменных, используемые в эконометрике.

Тема 2. Модель парной регрессии.

Задача аппроксимации. Метод наименьших квадратов (МНК). Геометрическая интерпретация решения. Матричная форма записи решения.

Линейная регрессионная модель с двумя переменными. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель. Гомоскедастичность и гетероскедастичность. Автокорреляция ошибок. Статистические свойства МНК-оценок для парной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок. Интервальные оценки коэффициентов парной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях. Проверка общего качества оценки парной линейной регрессии. Коэффициент детерминации, его смысл и геометрическая интерпретация.

Тема 3. Модель множественной регрессии.

Многомерная линейная регрессионная модель. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель. Статистические свойства МНК-оценок для множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок и матрицы ковариаций.

Интервальные оценки коэффициентов множественной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях. Проверка общего качества оценки множественной линейной регрессии. Коэффициент детерминации (множественной корреляции). Скорректированный коэффициент детерминации.

Тема 4. Некоторые аспекты практического использования регрессионных моделей.

Полная коллинеарность и мультиколлинеарность. Возможные причины и характерные признаки мультиколлинеарности. Методы борьбы с мультиколлинеарностью.

Фиктивные (бинарные) переменные. Примеры применения фиктивных переменных при исследовании влияния качественных признаков и структурных изменений. Кусочно-линейные модели. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация.

Тема 5. Различные обобщения классической линейной модели множественной регрессии.

Обобщение модели множественной регрессии на случай стохастических регрессоров. Достаточные условия состоятельности МНК-оценки. Обобщенный метод наименьших квадратов. Теорема Айткена. Модель множественной регрессии с гетероскедастичностью. Метод взвешенных наименьших квадратов. Тесты Уайта и Голдфелда-Квандта.

Автокорреляция. Оценивание моделей с автокорреляцией. Процедуры Кохрейна-Оркатта и Хилдрета-Лу. Тесты Дарбина-Уотсона и Бреуша-Годфри.

Инструментальные переменные. Двухшаговый МНК.

Тема 6. Системы одновременных уравнений.

Эндогенные и экзогенные переменные. Структурная и приведенная формы модели. Косвенный МНК. Проблема идентификации. Необходимое и достаточное условие идентификации. Ранговое и порядковое условия. Оценивание систем одновременных уравнений. Двухшаговый МНК.

Тема 7. Временные ряды.

Стационарность в широком и в узком смыслах. Примеры временных рядов: белый шум, авторегрессионный процесс первого порядка, случайное блуждание. Приведение временного ряда к стационарному. ARMA и ARIMA-модели. Методология Бокса-Дженкинса.

Проблема единичного корня. Тест Дики-Фуллера. Коинтеграция временных рядов. Авторегрессионные модели с распределенными лагами. Модели геометрических и полиномиальных лагов. Примеры ADL-моделей: модель частичной корректировки и модель адаптивных ожиданий. Модель Линтнера выплаты дивидендов. Модель Кейгана гиперинфляции. Модель потребления Фридмана. ARCH-модели временных рядов.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ИЛИ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

- Тема 1. Модель парной регрессии.
- Тема 2. Модель множественной регрессии.
- Тема 3. Фиктивные переменные.
- Тема 4. Мультиколлинеарность.
- Тема 5. Модели регрессии с гетероскедастичностью.
- Тема 6. Модели с автокорреляцией.
- Тема 7. Системы одновременных уравнений.
- Тема 8. Временные ряды.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Тема 1. Оценка линейных регрессионных моделей в MS Excel с помощью встроенной функции ЛИНЕЙН и с помощью функции РЕГРЕССИЯ надстройки АНАЛИЗ ДАННЫХ.

- Тема 2. Линеаризация и оценивание нелинейных регрессионных моделей.
- Тема 3. Оценивание моделей с мультиколлинеарностью.
- Тема 4. Оценивание регрессионных моделей с гетероскедастичностью.
- Тема 5. Оценивание регрессионных моделей с автокорреляцией.
- Тема 6. Оценивание систем одновременных уравнений с помощью двухшагового МНК.
- Тема 7. Временные ряды. Выделение тренда и сезонной компоненты. Тестирование временного ряда на стационарность.
- Тема 8. Сглаживание временного ряда с помощью скользящих средних.

8 ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

1. Исследуется зависимость логарифма цены коттеджа ($\ln P$) от его площади (S), удаленности от МКАД ($Dist$) и количества этажей ($Floor$). Было высказано предположение, что с увеличением площади коттеджа дисперсия ошибок регрессии возрастает. Для проверки этого предположения отдельно оценили модель регрессии по 19 коттеджам небольшой площади и по 19 коттеджам большой площади (всего в выборке 45 коттеджей) и получили остаточные суммы квадратов $USS_1 = 11,7$ и $USS_2 = 25,4$. Можно ли сделать вывод о возрастании дисперсий ошибок регрессий? Уровень значимости 5%.

2. Исследуется зависимость логарифма цены коттеджа ($\ln P$) от его площади (S) и удаленности от МКАД ($Dist$) на основе данных по 800 коттеджам. Для проверки гипотезы о постоянстве дисперсий ошибок регрессии был применен тест Уайта. Опишите процедуру теста и напишите спецификацию вспомогательной модели регрессии. Пусть во вспомогательной модели регрессии $R^2 = 0,075$. Можно ли сделать вывод о гетероскедастичности в ошибках регрессии? Уровень значимости 1%.

3. По квартальным данным за 2002 – 2008 гг. была оценена регрессионная модель, связывающая количество вакансий (w_t), уровень безработицы (u_t) и объем ВВП (z_t) $\ln w_t = 3,4 + 0,3 \ln u_t + 0,03 \ln z_t$, $R^2 = 0,69$, $DW = 3,22$. Будут ли ошибки в модели регрессии автокоррелированы (первого порядка)? Если да, то автокорреляция положительная или отрицательная?

4. Рассмотрим статическую кривую Филлипса, связывающую темпы инфляции $\inf_t$ и уровень безработицы u_t : $\inf_t = 1,34 + 0,34u_t$, $R^2 = 0,078$, $n = 50$.

- Опишите двухшаговую процедуру тестирования ошибок регрессии на автокорреляцию второго порядка и напишите спецификацию вспомогательной модели регрессии.
- Пусть во вспомогательной регрессии $R^2 = 0,32$. Можно ли сделать вывод об автокоррелированности (второго порядка) ошибок регрессии в кривой Филлипса? Уровень значимости 1%.
- Можно ли в данной модели регрессии для тестирования ошибок регрессии на автокорреляцию использовать тест Дарбина-Уотсона?

5. Рассмотрим модель, связывающую количество вакансий w_t и уровень безработицы u_t : $\ln w_t = \beta_1 + \beta_2 \ln u_t + \varepsilon_t$.

Таблица 1

t	w_t	u_t	t	w_t	u_t	t	w_t	u_t
1	1,73	8,65	9	5,06	2,87	17	3,15	4,72
2	1,94	4,82	10	2,81	5,29	18	1,92	7,45
3	3,05	2,67	11	4,43	3,31	19	2,26	6,21
4	4,17	2,67	12	3,19	5,44	20	6,18	2,64
5	2,52	2,58	13	2,23	6,80	21	2,07	8,55
6	1,71	8,07	14	2,06	8,25	22	8,39	2,60
7	1,95	8,83	15	3,33	3,44	23	2,75	6,25
8	2,57	5,54	16	2,12	7,80	24	6,10	2,70

Ошибки независимы и нормально распределены: $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

- Используя данные из таблицы 1, найдите МНК-оценки параметров β_1 и β_2 , а также 95%-доверительный интервал для β_2 .
- Вычислите статистику Дарбина-Уотсона. Что ее значение говорит об исходном предположении об ошибках ε_t ? Что можно сказать о доверительном интервале, найденном в а)?
- Оцените модель заново, используя модель автокорреляции первого порядка для ошибок регрессии. Найдите 95%-доверительный интервал для β_2 . Сравните результат с интервалом, полученным в а).

6. В таблице 2 представлены данные о потребительских расходах C и располагаемом доходе Y тридцати семей.

- Проведите регрессию C на Y и проверьте наличие или отсутствие гетероскедастичности.
- Если в а) выявлена гетероскедастичность, осуществите коррекцию на гетероскедастичность.

Таблица 2

Потребление			Доход
10700	10900	11200	1200
11400	11700	12100	1300
12300	12600	13200	1400
13000	13300	13600	1500
13800	14000	14200	1600
14400	14900	15300	1700
15000	15700	16400	1800
15900	16500	16900	1900
16900	17500	18100	2000
17200	17800	18500	2100

7. Таблица 3 содержит данные об уровнях запасов I , объемах продаж S (млн. долл.) и процентных ставках по кредитам R в 35 фирмах некоторой отрасли. Экономическая интуиция подсказывает, что I должно быть положительно связано с S и отрицательно с R .

Таблица 3

Фирма	I	S	R	Фирма	I	S	R	Фирма	I	S	R
1	10	100	17	13	13	114	13	25	17	133	10
2	10	101	17	14	13	114	13	26	17	134	9
3	10	103	17	15	14	116	12	27	17	135	9
4	11	105	16	16	14	117	12	28	17	136	9
5	11	106	16	17	14	118	12	29	18	139	8
6	11	106	16	18	15	120	11	30	18	143	8
7	12	108	15	19	15	122	11	31	19	147	8
8	12	109	15	20	15	123	11	32	19	151	8
9	12	111	14	21	15	125	11	33	19	157	8
10	12	111	14	22	16	128	10	34	20	163	7
11	12	112	14	23	16	128	10	35	20	171	7
12	13	113	14	24	16	131	10				

- Проведите регрессию I на S и R и тест на гетероскедастичность.
- Если в а) выявлена гетероскедастичность, осуществите коррекцию на гетероскедастичность, предполагая, что дисперсия ошибки пропорциональна S^2 .

7. В таблице 4 приведены данные об объеме импорта M и ВВП США (млрд. долл.) за период с 1960 по 1979 г.

Таблица 4

Год	M	ВВП	Год	M	ВВП
1960	23,2	506,0	1970	58,5	982,4
1961	23,1	523,3	1971	64,0	1063,4
1962	25,2	563,8	1972	75,9	1171,1
1963	26,4	594,7	1973	94,4	1306,6
1964	28,4	635,7	1974	131,9	1424,9
1965	32,0	688,1	1975	126,9	1528,1
1966	37,7	753,0	1976	155,4	1702,2
1967	40,6	796,3	1977	185,8	1899,5
1968	47,7	868,5	1978	217,5	2127,6
1969	52,9	935,5	1979	260,9	2368,5

- Проведите регрессию M на ВВП и на 5%-уровне значимости протестируйте гипотезу об отсутствии автокорреляции ошибок.
- Если в а) гипотеза отвергается, проведите коррекцию на автокорреляцию.

9. Имеется модель денежного рынка:

$$\begin{cases} R_t = a_1 + b_{11}M_t + b_{12}Y_t + \varepsilon_{t1}, \\ Y_t = a_2 + b_{21}R_t + b_{22}I_t + \varepsilon_{t2}, \end{cases}$$

где R – процентная ставка, Y – ВВП, M – денежная масса, I – внутренние инвестиции.

- Применив необходимое и достаточное условие идентификации, определите идентифицировано ли каждое из уравнений модели.
- Определите метод оценки параметров модели.
- Запишите приведенную форму модели.

10. Те же вопросы для модели Менгеса:

$$\begin{cases} Y_t = a_1 + b_{11}Y_{t-1} + b_{12}I_t + \varepsilon_{t1}, \\ I_t = a_2 + b_{21}Y_t + b_{22}Q_t + \varepsilon_{t2}, \\ C_t = a_3 + b_{31}Y_t + b_{32}C_{t-1} + b_{33}P_t + \varepsilon_{t3}, \\ Q_t = a_4 + b_{41}Q_{t-1} + b_{42}R_t + \varepsilon_{t4}, \end{cases}$$

где Y – национальный доход; C – расходы на личное потребление; I – чистые инвестиции; Q – валовая прибыль экономики; P – индекс стоимости жизни; R – объем продукции промышленности.

11. Те же вопросы для одной из версий модифицированной модели Кейнса:

$$\begin{cases} C_t = a_1 + b_{11}Y_t + b_{12}Y_{t-1} + \varepsilon_{t1}, \\ I_t = a_2 + b_{21}Y_t + b_{22}Y_{t-1} + \varepsilon_{t2}, \\ Y_t = C_t + I_t + G_t, \end{cases}$$

где C – расходы на потребление; Y – доход; I – инвестиции; G – государственные расходы.

12. Рассматривается следующая модель:

$$\begin{cases} S_t = a_1 + b_{11}D_t + b_{12}M_t + b_{13}U_t + \varepsilon_{t1}, \\ C_t = a_2 + b_{21}D_t + b_{22}S_t + b_{23}U_{t-1} + \varepsilon_{t2}, \\ D_t = a_3 + b_{31}S_t + b_{32}C_{t-1} + b_{33}I_t + \varepsilon_{t3}, \end{cases}$$

где S – заработная плата; D – чистый национальный доход; M – денежная масса; C – расходы на потребление; U – уровень безработицы; I – инвестиции.

а) Каким методом вы будете оценивать структурные параметры этой модели.

б) Выпишите приведенную форму модели.

в) Кратко охарактеризуйте методику расчета параметров первого и второго структурного уравнения модели.

13. Ниже приводятся результаты расчета параметров некоторой эконометрической модели.

Структурная форма модели:

$$\begin{cases} Y_1 = -4 + ?Y_2 - 9,4X_2 + \varepsilon_1, \\ Y_2 = 12,83 - 2,67Y_1 + ?X_1 + \varepsilon_2, \\ Y_3 = 1,36 - 1,76Y_1 + 0,828Y_2 + \varepsilon_3. \end{cases}$$

Приведенная форма модели:

$$\begin{cases} Y_1 = 2 + 4X_1 - 3X_2 + v_1, \\ Y_2 = 7,5 + 5X_1 + 8X_2 + v_2, \\ Y_3 = 4 + ?X_1 + ?X_2 + v_3. \end{cases}$$

а) Какими методами получены параметры структурной и приведенной форм модели? Обоснуйте возможность применения косвенного МНК для расчета структурных параметров модели.

б) Восстановите пропущенные характеристики.

14. Исследуется зависимость спроса D и предложения S некоторого товара от его цены P , дохода Y и процентной ставки R :

$$\begin{cases} S_t = a_1 + a_2P_t + a_3R_t + \varepsilon_{t1}, \\ D_t = b_1 + b_2P_t + b_3Y_t + b_4Y_{t-1} + \varepsilon_{t2}, \\ S_t = D_t = Q_t. \end{cases}$$

Информация за 8 лет о приростах всех показателей представлена в таблице.

t	Q_t	R_t	Y_t	Y_{t-1}	P_t
1	40	3,0	15	13	6
2	45	3,0	15	15	6
3	40	2,0	18	15	5
4	50	3,5	20	18	8
5	35	2,5	18	20	5
6	45	4,0	22	18	9
7	50	3,5	21	22	10
8	45	3,5	22	21	9

Проведите идентификацию модели.

Рассчитайте параметры первого уравнения структурной модели.

15. Проверить на стационарность следующие процессы:

а) $x_t - 0,4x_{t-1} - 0,4x_{t-2} = \varepsilon_t$; б) $x_t + 0,4x_{t-1} - 0,4x_{t-2} = \varepsilon_t$;

в) $x_t - 0,4x_{t-1} + 0,4x_{t-2} = \varepsilon_t$.

Изобразить схематически графики автокорреляционной функции этих процессов.

Проверить правильность выводов с помощью точного вычисления автокорреляционной функции для каждого из процессов.

16. Корни характеристического уравнения для процесса Юла равны, соответственно, 5 и $\frac{1}{5}$. Изобразить график автокорреляционной функции. Дать обоснование.

17. Корни характеристического уравнения, соответствующего процессу Юла, равны 1.9 и $\frac{1}{1.3}$. Изобразить график автокорреляционной функции этого процесса. Ответ обосновать.

18. Коэффициенты автокорреляции первого и второго порядка в процессе Юла равны, соответственно, 0.5 и 0.4. Оценить параметры процесса. Найти дисперсию белого шума, если дисперсия процесса равна 1.

19. При каких значениях α_2 следующие случайные процессы являются стационарными в широком смысле?

а) $x_t = x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \varepsilon_t$; б) $x_t = -x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \varepsilon_t$.

Вычислить автокорреляционные функции данных случайных процессов при $\alpha_2 = 0,5$.

20. Параметры α_1 и α_2 процесса AR(2) равны, соответственно, 0.6 и 0.2. Каковы первые три значения автокорреляционной функции?

21. Для процесса $x_t = 0,5x_{t-1} + 0,25x_{t-2} + \varepsilon_t$ коэффициенты автокорреляции первого и второго порядка равны, соответственно, $\frac{2}{3}$ и $\frac{7}{12}$. Найти коэффициент автокорреляции четвертого порядка.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Эконометрика» включает работу студентов при подготовке к лекциям, семинарским занятиям, экзамену, научную работу студентов и т.п. Содержание самостоятельной работы студентов направлено на расширение и углубление знаний по курсу, а также на усвоение междисциплинарных связей.

Самостоятельная работа студентов дневной формы обучения при изучении данной дисциплины предполагает работу с литературой, решение задач и выполнение лабораторных работ из вышеприведенного пункта, подготовку к деловым играм, контрольным работам, консультации преподавателей.

Выполнение реферата и доклада предполагает изложение проблемы в результате изучения литературы по выбранной теме, совершенствование навыков письменной коммуникации.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций и др.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Стандартные методы обучения:

- Лекции;
- Семинарские занятия, на которых обсуждаются основные вопросы методики управления предприятием, рассмотренных в лекциях, учебной литературе и раздаточном материале; Письменные домашние работы; Расчетно-аналитические задания.

Для реализации компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, таких как: анализ конкретной ситуации, подготовка групповых и индивидуальных проектов.

Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

Интерактивные формы проведения лекций:

- проблемная лекция;
- лекция – визуализация;
- лекция – дискуссия;
- лекция с разбором конкретных ситуаций.

Интерактивные формы семинарских занятий:

- использование специализированных и прикладных программ;
- решение конкретных профессиональных ситуаций, используя современные информационные технологии;
- компьютерное моделирование ситуаций;
- групповая дискуссия;
- мозговой штурм;
- семинар – совещание;
- семинар – конференция.

Внеаудиторные формы работы:

- выполнение самостоятельных практических работ;
- работа со специализированной литературой и электронными ресурсами.

Для успешного освоения дисциплины предусмотрены различные образовательные

технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме, а именно: *Работа в группах, Контрольный тест, Выступление в роли обучающего, Решение ситуационных задач, Раздаточные материалы, Мультимедийные презентации.*

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература

1. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.
2. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. М.: Дело, 2009.
3. Мхитарян В.С., Архипова М.Ю., Сиротин В.П. Эконометрика. М.: Евразийский открытый институт, 2012.
4. Новиков А.И. Эконометрика. М.: Дашков и К, 2015.
5. Эконометрика. Под ред. И.И. Елисеевой. М.: «Финансы и статистика», 2012.
6. Практикум по эконометрике. Под ред. И.И. Елисеевой. М.: «Финансы и статистика», 2007.

б) Дополнительная литература

1. Айвазян С.А. Основы эконометрики. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
2. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
3. Доугерти К. Введение в эконометрику. М.: ИНФРА-М, 2009.
4. Замков О.О., Черемных Ю.А., Толстопятенко А.В. Математические методы в экономике. М., «Дело и сервис», 2009.
5. Экономико-математические методы и прикладные модели. Под ред. В.В. Федосеева. М., ЮНИТИ, 2005.
6. Уотшем Т.Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999.
7. Журнал «Прикладная эконометрика». М.: Синергия ПРЕСС

в) Программное обеспечение

Стандартный пакет офисных программ корпорации Microsoft.
ОС Windows XP, браузер (Internet Explorer не ниже версии 6.0).

г) Интернет-ресурсы

1. Интерактивная обучающая и тестирующая система:
2. <http://www.i-exam.ru>
3. Журнал Econometrica
http://www.econometricsociety.org/es/gordon_paper/what_is_the_ES
4. Journal of Applied Econometrics <http://jae.wiley.com/jae/>
5. Каталог образовательных интернет-ресурсов
http://edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2619&min=60&orderby=hitsD&show=10

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

– Аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенные проектором, ноутбуком, аудиооборудованием для просмотра видео (6 аудитория, актовый зал, 703, 709 и др. аудитории в корпусах по ул. Федерации, 29 и по ул. Пушкинская, 4а).

- Аудитории, оборудованные интерактивными досками (603, 611).
- Аудитории для проведения тестирования и самостоятельной работы студентов с выходом в интернет, комп.класс №1к (корпус по ул. Федерации, 29).
- Читальный зал (803 аудитория) с компьютеризированными рабочими местами для работы с электронными библиотечными системами, каталогом и т.д.

Приложение к рабочей программе
по дисциплине «Эконометрика»
направление подготовки: Магистратура 38.04.01 «Экономика»
профиль «Экономическая безопасность организации»
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Изучение дисциплины «Эконометрика» направлено на формирование следующих компетенций:

- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- способностью оценивать эффективность проектов с учетом фактора неопределенности (ПК-6);
- способностью анализировать и использовать различные источники информации для проведения экономических расчетов (ПК-9);
- способностью разрабатывать варианты управленческих решений и обосновывать их выбор на основе критериев социально-экономической эффективности (ПК-12).

Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания

Критерий оценивания – умение правильно оценить задачи;

Показатель оценивания – процент верно решенных задач оценочного задания;

Шкала оценивания – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

высокий – 100% правильно решенных задач;

достаточный – не менее 60% правильно решенных задач;

пороговый – не менее 30% правильно решенных задач;

критический – менее 30% правильно решенных задач.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

При оценивании результатов освоения дисциплины (текущей и промежуточной аттестации) применяется балльная система. В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются:

- общетеоретические вопросы и задания с открытой формой ответа;
- тестирование;
- творческая работа;
- итоговое испытание (зачет).

При включении в проверочные задания общетеоретических вопросов студенту предоставляется возможность выбора и право ответа на определенное количество вопросов из списка. Общетеоретические вопросы соответствуют тематике лекционных занятий.

Оценка «отлично» выставляется студенту глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого увязывается теория с практикой; он показывает знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает решение задачи.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который знает только основной материал, но не усвоил его деталей, допускает в ответе неточности, недостаточно правильно формулирует основные законы и правила, затрудняется в выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примерные вопросы к экзамену по курсу «Эконометрика»

1. Предмет и основные задачи эконометрики. Основные классы эконометрических моделей.
2. Модель парной регрессии. Метод наименьших квадратов (МНК). Геометрическая интерпретация решения. Матричная форма записи решения.
3. Линейная регрессионная модель с двумя переменными. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель. Гомоскедастичность и гетероскедастичность. Автокорреляция ошибок.
4. Статистические свойства МНК-оценок для парной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок.
5. Интервальные оценки коэффициентов парной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях.
6. Проверка общего качества оценки парной линейной регрессии. Коэффициент детерминации, его смысл и геометрическая интерпретация.
7. Модель множественной линейной регрессии. Метод наименьших квадратов. Геометрическая интерпретация решения. Матричная форма записи решения.
8. Многомерная линейная регрессионная модель. Основные гипотезы. Нормальная линейная регрессионная модель.
9. Статистические свойства МНК-оценок для множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Оценка дисперсии ошибок и матрицы ковариаций.
10. Интервальные оценки коэффициентов множественной регрессии и проверка статистических гипотез об их значениях.
11. Проверка общего качества оценки множественной линейной регрессии. Коэффициент детерминации (множественной корреляции). Скорректированный коэффициент детерминации.
12. Полная коллинеарность и мультиколлинеарность. Возможные причины и характерные признаки мультиколлинеарности. Методы борьбы с мультиколлинеарностью.
13. Фиктивные (бинарные) переменные. Примеры применения фиктивных переменных при исследовании влияния качественных признаков и структурных изменений. Кусочно-линейные модели.
14. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация.
15. Обобщение модели множественной регрессии на случай стохастических регрессоров. Достаточные условия состоятельности МНК-оценки.
16. Обобщенный метод наименьших квадратов. Теорема Айткена.
17. Модель множественной регрессии с гетероскедастичностью. Метод взвешенных наименьших квадратов. Тесты Уайта и Голдфелда-Квандта.
18. Автокорреляция. Оценивание моделей с автокорреляцией. Процедуры Кохрейна-Оркатта и Хилдрета-Лу. Тесты Дарбина-Уотсона и Бреуша-Годфри.
19. Инструментальные переменные. Двухшаговый МНК.
20. Системы одновременных уравнений. Эндогенные и экзогенные переменные. Структурная и приведенная формы модели. Косвенный МНК.
21. Проблема идентификации. Необходимое и достаточное условие идентификации. Ранговое и порядковое условия.
22. Оценивание систем одновременных уравнений. Двухшаговый МНК.
23. Временные ряды. Стационарность в широком и в узком смыслах. Примеры временных рядов: белый шум, авторегрессионный процесс первого порядка, случайное блуждание.
24. Приведение временного ряда к стационарному. ARMA и ARIMA-модели. Методология Бокса-Дженкинса.
25. Проблема единичного корня. Тест Дики-Фуллера. Кointеграция временных рядов.
26. Авторегрессионные модели с распределенными лагами. Модели геометрических и полиномиальных лагов.

27. Примеры ADL-моделей: модель частичной корректировки и модель адаптивных ожиданий.
28. Модель Линтнера выплаты дивидендов.
29. Модель Кейгана гиперинфляции. Модель потребления Фридмана.
30. ARCH-модели временных рядов.

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков.

1. Регрессионная зависимость расходов на питание США от времени за период с 1959 по 1983 гг. ($t = 1$ для 1959 г., $t = 2$ для 1960 г. и т.д.) задана уравнением $\hat{y} = 95,3 + 2,53t$. Интерпретируйте результаты оценивания регрессии. Как изменился бы результат оценивания регрессии, если бы в качестве t использовались фактические даты (1959-1983 гг.)?

2. Регрессионная зависимость расходов на оплату жилья от располагаемого личного дохода, где обе величины измерены в млрд. долларов за период с 1959 по 1983 г. оценена в следующем виде: $\hat{y} = -27,6 + 0,178x$. Регрессионная зависимость расходов на оплату жилья от времени имеет вид: $\hat{y} = 48,9 + 4,84t$. Дайте экономическое толкование этих регрессий. Они предполагают различные объяснения для одних и тех же данных по переменной y . В какой степени они могут быть согласованы?

3. Регрессионная зависимость расходов на оплату жилья от располагаемого личного дохода оценена в виде: $\hat{y} = 0,0308x^{1,23}$. Регрессионная зависимость расходов на оплату жилья от времени имеет вид: $\hat{y} = 59,15e^{0,045t}$. Дайте экономическое толкование этих регрессий.

4. В таблице представлены расходы на агрегированное потребление y и агрегированный располагаемый доход x в некоторой национальной экономике в течение 12 лет с 1986 по 1997г.

Год	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
X	170	179	187	189	193	199	200	207	215	216	220	225
Y	152	159	162	165	170	172	177	179	184	186	190	191

- a) Изобразите графически зависимость y от x и определите, есть ли приближенная линейная зависимость y от x .
- b) Вычислите парную регрессию y на x .
- c) Вычислите s , $s_{\hat{a}}$, $s_{\hat{b}}$.
- d) Вычислите коэффициент детерминации.
- e) Сформулируйте нулевую (основную) и альтернативную гипотезы при проверке статистической значимости коэффициентов регрессии.
- f) Какое распределение имеют оценки $\hat{a}$ и $\hat{b}$, если предполагать, что ошибки распределены по нормальному закону?
- g) Какое распределение используется при проверке статистической значимости a и b ?
- h) Чему равно число степеней свободы?
- i) Проверьте на 5%-уровне значимость коэффициентов a и b .
- j) Постройте 95%-доверительный интервал для коэффициентов a и b .

Примечание. В пп. а)-d) можно использовать MS Excel.

5. Для изучения влияния образования на величину почасовой оплаты труда на основе опроса 40 человек была оценена модель регрессии $\ln \hat{w} = 2,2 + 0,1edu$

$$0,02 \quad 0,04$$

(в скобках указаны стандартные ошибки коэффициентов), где edu – уровень образования (в годах), w – уровень почасовой оплаты труда. Дайте интерпретацию коэффициентов модели. Значимо ли образование влияет на почасовую оплату труда при уровне

значимости 10%? 5%? 1%? Каков ожидаемый уровень почасовой оплаты труда человека с одиннадцатилетним образованием? С девятилетним образованием?

6. Для изучения функции спроса на некоторый товар была оценена по 25 наблюдениям регрессионная модель зависимости спроса от цены (в \$) $\ln \hat{D} = 0,91 - 1,21 \ln P$
0,07 0,2

(в скобках указаны стандартные ошибки коэффициентов). Дайте интерпретацию коэффициентов модели. Чему равна эластичность спроса по цене? Каков ожидаемый объем продаж при цене \$2? \$1,5? Постройте доверительный интервал для эластичности спроса по цене с доверительной вероятностью 90%, 95%, 99%. Значимо ли эластичность отличается от -1 при уровне значимости 10%? 5%? 1%?

7. Пусть имеется следующая оценка регрессии, характеризующая зависимость y от x : $\hat{y} = 8 - 7x$. Известно также, что $r_{xy} = -0,5$; $n=20$. Постройте доверительный интервал для коэффициента регрессии в этой модели с вероятностью а) 90%; б) 99%.

8. Менеджер новой чебуречной не уверен в правильности выбранной цены на чебуреки, поэтому в течение 12 недель он варьирует цену и записывает количество проданных чебуреков. Полученные данные приведены в таблице (j – номер недели, q_j – количество проданных чебуреков, p_j – цена одного чебурека (руб.)).

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p_j	12,3	11,5	11,0	12,0	13,5	12,5	12,8	9,9	12,2	12,5	13,0	10,5
q_j	795	915	965	892	585	644	714	1180	851	779	625	1001

а) Оцените параметры модели $\ln q = a + b \ln p$.

б) Используя полученные оценки коэффициентов, и зная, что себестоимость производства одного чебурека равна 6 руб., найдите оптимальную цену чебурека.

9. По 1000 выборочным данным была оценена регрессионная модель зависимости уровня оплаты труда w от возраста Age : $\ln \hat{w} = 1,2 + 0,0214 Age - 0,0004 Age^2$.
(0,0031) (0,0003)

В скобках указаны стандартные ошибки. Тестируйте гипотезу о линейной зависимости $\ln w$ от возраста. Рассмотрите случаи уровня значимости 10%, 5%, 1%.

10. Была оценена модель зависимости логарифма зарплаты w от уровня образования edu и возраста age : $\ln \hat{w} = 1,2 + 0,02edu + 0,01age - 0,0001age^2$, $n = 21$.
(0,01) (0,016) (0,0002)

Дайте интерпретацию коэффициента β_1 . Постройте доверительный интервал для коэффициента β_3 с доверительной вероятностью 90%. Тестируйте гипотезу о линейной зависимости логарифма зарплаты от возраста при уровне значимости 10%.

11. По выборке объема 19 была оценена модель регрессии (в скобках указаны стандартные ошибки коэффициентов): $\hat{y} = 1,2 + 2,2x_1 - 5,1x_2 + 1,1x_3$. $ESS = 110,9$, $USS = 40,5$.

(0,02) (0,03) (0,8)

Чему равен коэффициент детерминации? Проверьте значимость регрессии в целом (при уровне значимости 5%) и сформулируйте проверяемую статистическую гипотезу.

Вычислите R_{adj}^2 .

12. По данным наблюдений построена регрессия зависимой переменной Y от независимых регрессоров X . По приведенным результатам применения инструмента анализа данных «Регрессия» программы MS Excel ответить на следующие вопросы.

- 1) Записать полученную оценку уравнения регрессии.
- 2) Проверить на 5%-уровне значимость каждого из коэффициентов регрессии.
- 3) Проверить значимость регрессии в целом.
- 4) Заполнить пропуски.

Регрессионная статистика	
Множественный R	?
R-квадрат	?
Нормированный R-квадрат	0,948073
Стандартная ошибка	?
Наблюдения	25

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	3	?	0,053729	?	2,96E-14
Остаток	21	0,007672	?		
Итого	24	?			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	?	?	?	0,010541	0,517274	3,471432
X1	0,387018	?	?	0,008809	0,108292	?
X2	?	0,084626	?	3,12E-05	?	-0,27061
X3	-0,0027	0,00481	-0,56091	?	-0,0127	?

13. После финансового кризиса спрос на чебуреки упал, и менеджер был вынужден тратить часть средств на рекламу. Для изучения зависимости объема продаж от цены и расходов на рекламу менеджер использует следующую модель:

$$q = \beta_1 + \beta_2 p + \beta_3 a + \beta_4 a^2 + \varepsilon.$$

В таблице приведены данные наблюдений за 20 недель (t -номер недели, q_t - количество проданных чебуреков, p_t - цена одного чебурека (руб.), a_t - затраты на рекламу (100 руб.)).

t	q_t	P_t	a_t	t	q_t	P_t	a_t
1	525	5.92	4.79	11	407	6.67	5.19
2	567	6.50	3.61	12	608	6.92	3.27
3	396	6.54	5.49	13	399	6.97	4.69
4	726	6.11	2.78	14	631	6.59	3.79
5	265	6.62	5.74	15	545	6.50	4.29
6	615	5.15	1.34	16	512	6.86	2.71
7	370	5.02	5.81	17	845	5.09	2.21
8	789	5.02	3.39	18	571	6.08	3.09
9	513	6.77	3.74	19	539	6.36	4.65
10	661	5.57	3.59	20	620	6.22	1.97

а) Какие знаки $\beta_2, \beta_3, \beta_4$ вы ожидаете получить?

б) Найдите оценки коэффициентов регрессии и их стандартные ошибки. Соответствуют ли знаки оценок вашим ожиданиям?

в) Пусть себестоимость производства чебурека равна 2 руб. Найдите оптимальную цену при расходах на рекламу, равных 280 руб.

г) Найдите оптимальный уровень расходов на рекламу при цене чебурека 6 руб.

д) Помогите менеджеру найти оптимальное решение (максимизирующее чистый доход).

е) Найдите 95%-доверительные интервалы для $\beta_2, \beta_3, \beta_4$. Проверьте значимость влияния цены, а также расходов на рекламу на количество проданных чебуреков.

14. Случайным образом было выбрано 300 домов. Пусть P – цена дома (в \$1000),

BDR – количество спальных комнат, Bath – число ванных комнат, Hsize – площадь дома, Lsize – площадь участка вокруг дома, Age – возраст дома (в годах), Poor – бинарная переменная, равная 1, если состояние дома оценивается как плохое. Была оценена регрессия

$$\hat{P} = 134,3 + 0,369BDR + 22,7Bath + 0,134Hsize + 0,00036Lsize + 0,016Age - 23,4Poor,$$

(23,9) (2,13) (8,94) (0,014) (0,000048) (0,311)

(9,5)

$$R_{adj}^2 = 0,63, \quad s = 6,5.$$

- а) Пусть владелец дома решил переделать одну из жилых комнат (не спальню) в новую ванную комнату. Каково ожидаемое изменение цены дома?
- б) Пусть владелец дома решил добавить еще одну ванную комнату, увеличив площадь дома на 10м^2 . Каково ожидаемое изменение цены дома?
- в) Найдите коэффициент R^2 .
- г) Значимо ли фактор BDR влияет на цену дома? Рассмотрите уровни значимости 1%, 2%, 5%, 10%.
- д) Обычно дома с шестью спальнями стоят гораздо дороже, чем дома с двумя спальнями. Как это соотносится с ответом на предыдущий пункт? Дайте несколько возможных объяснений.
- е) Владелец дома увеличил площадь участка на 2000 м^2 . Постройте 99% доверительный интервал для изменения стоимости дома.
- ж) F-статистика для проверки (совместного) влияния BDR и Age равна $F = 0,782$. Значимо ли факторы BDR и Age совместно влияют на стоимость дома? Рассмотрите уровни значимости 1%, 5%, 10%.

15.С помощью бинарных переменных напишите уравнение, соответствующее наличию двух структурных изменений в моменты времени t_0 и t_1 (предполагается, что $t_0 < t_1$).

16.На основе квартальных данных с 1971 по 1976 г. с помощью МНК получено следующее уравнение:

$$y_t = 1,12 - 0,0098x_{t1} - 5,62x_{t2} + 0,044x_{t3},$$

(2,14) (0,0034) (3,42) (0,009)

в скобках указаны стандартные ошибки, ESS = 100,32, USS = 21,43.

- а) Проверьте значимость каждого из коэффициентов.
- б) Найдите коэффициент детерминации.
- в) Протестируйте значимость регрессии в целом.
- д) Когда в уравнение были добавлены три фиктивные переменные, соответствующие трем первым кварталам года, величина ESS возросла до 118,2. Проверьте гипотезу о наличии сезонности, сформулировав необходимые предположения о виде этой сезонности.
- е) Для той же исходной модели были отдельно проведены две регрессии на основе данных: 1-й квартал 1971 г. – 1-й квартал 1975 г. и 2-й квартал 1975 г. – 4-й квартал 1976 г. соответственно, и получены следующие значения сумм квадратов остатков: $USS_1=12,25$, $USS_2=2,32$. Проверьте гипотезу о том, что между 1-м и 2-м кварталами 1975г. произошло структурное изменение.

17.Некоторая фирма занимается продажей молока. В таблице представлены объемы ежемесячных продаж Q (тыс. литров) по различным ценам P (руб. за литр).

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q	98	100	103	105	80	87	94	113	116	118	121	123	126	128

P	10,0	11,0	12,5	12,5	14,6	14,6	14,9	13,0	13,0	13,8	14,2	14,4	15,0	16,1
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Во время 5-го, 6-го и 7-го месяцев на одном из предприятий фирмы происходила забастовка. С помощью регрессии Q на P определите:

- произошел ли сдвиг свободного члена (константы) во время забастовки по сравнению с обычным режимом;
- произошел ли сдвиг коэффициента наклона при P.

18. В таблице представлены выпуск Q, трудозатраты L и капиталовложения K 15 фирм некоторой отрасли.

Фирма	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q	2350	2470	2110	2560	2650	2240	2430	2530	2550	2450	2290	2160	2400	2490	2590
L	2334	2425	2230	2463	2565	2278	2380	2437	2446	2403	2301	2253	2367	2430	2470
K	1570	1850	1150	1940	2450	1340	1700	1860	1880	1790	1480	1240	1660	1850	2000

- Оцените по этим данным производственную функцию Кобба-Дугласа $Q = \alpha L^{\beta_1} K^{\beta_2}$.
- Проверьте значимость каждого из коэффициентов и значимость регрессии в целом при уровне значимости 0,05.
- Есть ли признаки мультиколлинеарности?
- Проверьте наличие мультиколлинеарности, вычислив выборочный коэффициент корреляции между $\ln L$ и $\ln K$.
- Попытайтесь устранить мультиколлинеарность, используя метод ортогонализации.
- Проверьте гипотезу о том, что производственная функция обладает постоянной отдачей на масштаб ($\beta_1 + \beta_2 = 1$).
- Как можно преодолеть проблему мультиколлинеарности, если считать предыдущую гипотезу известным фактом?

19. Исследуется зависимость урожайности зерновых культур y (ц/га) от ряда переменных, характеризующих различные факторы сельскохозяйственного производства, а именно:

- x_1 – число тракторов (приведенной мощности) на 100 га;
- x_2 – число зерноуборочных комбайнов на 100 га;
- x_3 – число орудий поверхностной обработки почвы на 100 га;
- x_4 – количество удобрений, расходуемых на гектар (т/га);
- x_5 – количество химических средств защиты растений, расходуемых на гектар

(ц/га).

Исходные данные для 20 сельскохозяйственных районов области приведены в таблице.

Номер района	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	9,70	1,59	0,26	2,05	0,32	0,14
2	8,40	0,34	0,28	0,46	0,59	0,66
3	9,00	2,53	0,31	2,46	0,30	0,31
4	9,90	4,63	0,40	6,44	0,43	0,59
5	9,60	2,16	0,26	2,16	0,39	0,16
6	8,60	2,16	0,30	2,69	0,32	0,17
7	12,50	0,68	0,29	0,73	0,42	0,23
8	7,60	0,35	0,26	0,42	0,21	0,08
9	6,90	0,52	0,24	0,49	0,20	0,08
10	13,50	3,42	0,31	3,02	1,37	0,73
11	9,70	1,78	0,30	3,19	0,73	0,17
12	10,70	2,40	0,32	3,30	0,25	0,14
13	12,10	9,36	0,40	11,51	0,39	0,38
14	9,70	1,72	0,28	2,26	0,82	0,17
15	7,00	0,59	0,29	0,60	0,13	0,35
16	7,20	0,28	0,26	0,30	0,09	0,15

17	8,20	1,64	0,29	1,44	0,20	0,08
18	8,40	0,09	0,22	0,05	0,43	0,20
19	13,10	0,08	0,25	0,03	0,73	0,20
20	8,70	1,36	0,26	0,17	0,99	0,42

а) Оцените регрессию.

б) Проверьте значимость каждого из коэффициентов и значимость регрессии в целом при уровне значимости 0,05.

в) Имеются ли признаки мультиколлинеарности? Вычислите матрицу парных коэффициентов корреляции. В случае обнаружения мультиколлинеарности примите меры по ее устранению (уменьшению).